



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 27 819 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**C 01 B 33/027**  
C 30 B 28/14  
C 30 B 29/06  
C 01 B 33/029  
C 01 B 33/03  
// C30B 15/00

②① Aktenzeichen: P 41 27 819.4  
②② Anmeldetag: 22. 8. 91  
④③ Offenlegungstag: 25. 2. 93

DE 41 27 819 A 1

⑦① Anmelder:  
Wacker-Chemitronic Gesellschaft für  
Elektronik-Grundstoffe mbH, 8263 Burghausen, DE

⑦② Erfinder:  
Fuchs, Paul, Ing., Schalchen, AT; Seidel, Günther,  
8342 Tann, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum periodischen Abscheiden und Aufschmelzen von Silicium

⑤⑦ In dem zweistufigen Verfahren wird Silicium zunächst durch die thermische Zersetzung einer gasförmigen, siliciumhaltigen Verbindung auf einem Trägerkörper in fester Form abgeschieden und nachfolgend durch eine Temperaturerhöhung des Trägerkörpers geschmolzen. Der Trägerkörper besteht selbst aus Silicium und wird durch direkten Stromdurchgang beheizt. Das hergestellte Silicium kann schmelzflüssig weiterverarbeitet werden und ist durch den in der Abscheideanlage auf Siliciumteile beschränkten Kontakt besonders rein.

DE 41 27 819 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum periodischen Abscheiden von hochreinem Silicium auf einem rohrförmigen Trägerkörper infolge thermischer Zersetzung einer siliciumhaltigen Verbindung und das periodische Aufschmelzen der abgeschiedenen Siliciumschicht sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Hochreines Silicium wird hauptsächlich in der Halbleiterindustrie und in der Solarzellentechnologie benötigt. Nahezu alle heutigen Herstellungsverfahren gehen von Quarzsand als Siliciumquelle aus. Das daraus durch Reduktion erhaltene Rohsilicium ist jedoch noch zu stark verunreinigt und muß weiter konzentriert werden. Die meisten Verfahren benutzen als Reinigungsstrategie die Umwandlung des Siliciums in eine destillierbare Verbindung und nachfolgend die Spaltung der gereinigten Verbindung unter Rückgewinnung des Siliciums. Die thermische Zersetzung von Trichlorsilan unter Beteiligung von reduzierendem Wasserstoff mit nachfolgender Abscheidung von hochreinem Silicium an dünnen Siliciumstäben, den sogenannten Seelen, ist unter dem Namen "Siemens-Prozeß" bekannt geworden. Eine moderne Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist beispielsweise in der Patentschrift DE 28 54 707 C2 beschrieben. Die auf diese Weise erhältlichen polykristallinen Siliciumstäbe mit Durchmessern bis zu 200 mm sind wegen ihrer Geometrie zur Weiterverarbeitung zu Einkristallen durch tiegelfreies Zonenziehen sehr gut geeignet. Doch nur etwa 10% der produzierten Stäbe gehen diesen, einen hohen Energieaufwand erfordernden und deshalb kostspieligen Weg. Die Mehrzahl der Stäbe wird mechanisch zerkleinert, aufgeschmolzen und entweder zu polykristallinem Solarzellenmaterial gegossen oder im Tiegelziehverfahren nach Czochralski zu Einkristallen gezogen. Beim Zerkleinern wird das Halbleitermaterial oberflächlich durch die Brechwerkzeuge verunreinigt und muß daraufhin in Ätzbädern gereinigt werden. Dieser zusätzliche Arbeitsaufwand und der Energieaufwand für das neuerliche Aufschmelzen des Siliciums sind sehr nachteilig.

Es fehlt deshalb nicht an Versuchen, den beschriebenen, stapelweise ablaufenden Prozeß der Gewinnung hochreinen Siliciums durch die thermische Zersetzung einer gasförmigen, siliciumhaltigen Verbindung halbkontinuierlich oder kontinuierlich unter Vermeidung der genannten Nachteile zu gestalten.

In der Offenlegungsschrift DE 25 33 455 wird ein Abscheidungsverfahren unter Verwendung von siebenhundert, wenig über den Schmelzpunkt des Siliciums erhitzter Trägerstäbe beschrieben. Das abgeschiedene Silicium bleibt flüssig, tropft von den Stäben und wird kontinuierlich abgeführt. Da Kontaminationen durch das Trägermaterial weitestgehend vermieden werden sollen, sind die Trägerstäbe in einer bevorzugten Ausführung selbst aus Silicium gefertigt. Jeder einzelne der großen Anzahl von Abscheidestäben muß durch direkten Stromdurchgang und unter dem Einsatz von Kühlmittelkreisläufen auf einer Oberflächentemperatur knapp über dem Schmelzpunkt des Siliciums gehalten werden, so daß die Stäbe selbst nicht wegschmelzen und Silicium nicht auf den Stäben aufwächst. Die Stromzuführung, Kontaktierung und Stromregelung gestalten sich bei diesem Verfahren außerordentlich schwierig und machen es besonders störungsanfällig.

Ein anderes Verfahren verwendet einen rohrförmigen Trägerkörper zum Abscheiden des Siliciums. Ge-

maß der Darstellung in der Patentanmeldung WO 84/00 156 werden die Innenwände des Trägerkörpers auf einer Temperatur über dem Schmelzpunkt des Siliciums gehalten, wobei das sich abscheidende Silicium der Schwerkraft folgend zum Reaktorboden hin abfließt und gesammelt wird. Die Wärmezufuhr erfolgt indirekt über eine um den Außenumfang des Trägerkörpers führende Widerstandsheizung. Der Trägerkörper besteht aus Graphit, welcher oberflächlich mit dem sich abscheidenden Silicium zu Siliciumcarbid reagiert. Besonders angesichts der hohen Prozeßtemperaturen ist die Siliciumschmelze durch Verunreinigungen mit Kohlenstoff oder anderen, vom Graphit stammenden Fremdstoffen gefährdet.

Ein entscheidender Nachteil aller, Silicium in flüssiger Form abscheidender Verfahren liegt darin, daß sie im wesentlichen auf die Verwendung von Silan als zersetzlicher, siliciumhaltiger Verbindung abzielen. Wird das Silicium jedoch durch die reduktive Zersetzung von Chlorsilanen, insbesondere von Trichlorsilan, mit Wasserstoff als Reduktionsmittel durchgeführt, so sind bei den Temperaturen, bei denen das Silicium flüssig anfällt sehr hohe Partialdrücke an Wasserstoff notwendig, um das Reaktionsgleichgewicht auf der Produktseite zu halten. Dies führt zu einer Unwirtschaftlichkeit des gesamten Verfahrens, weil die Bildungsraten an flüssigem Silicium infolge der hohen Verdünnung der siliciumhaltigen Komponente mit Wasserstoff sehr gering sind.

Demgegenüber freier in bezug auf die Wahl der zersetzlichen Siliciumverbindung sind halbkontinuierlich ablaufende Abscheidungsverfahren, wie beispielsweise das in der Patentschrift US 42 65 859 beschriebene. Dort wird Silicium durch thermische Zersetzung einer siliciumhaltigen Verbindung an den Innenwänden eines rohrförmigen, mehrwandigen Reaktors in fester Form abgeschieden und nachfolgend durch eine Temperaturerhöhung an den Reaktorwänden abgeschmolzen. Das Abscheiden des Siliciums in fester Form erlaubt niedrigere Prozeßtemperaturen und im Fall der Verwendung von beispielsweise Trichlorsilan niedrigere Wasserstoffpartialdrücke für die Reduktion, so daß auch Chlorsilane wirtschaftlich umgesetzt werden können. Das in der genannten Patentschrift beschriebene Verfahren ist allerdings auf die Verwendung von glasartigem Quarz, Siliciumcarbid oder Graphit als Wandmaterial angewiesen, wodurch die potentielle Gefahr einer Kontamination des produzierten Siliciums durch von der Reaktorwand stammende Fremdstoffe bestehen bleibt. Quarz ist als Wandmaterial besonders ungünstig, da er bei den Abscheidetemperaturen weich wird und seine Formbeständigkeit verliert. Das Verfahren hat weitere schwerwiegende Nachteile, die sich aus den außerhalb des Reaktors befindlichen, diesen ringförmig umgebenden Heizelementen herleiten. Diese können keine über die gesamte Abscheidefläche einheitliche Temperatur gewährleisten, so daß die heißeren Wandbereiche nahe der Gaseinlaßstelle wesentlich schneller mit Silicium belegt werden, als die kälteren, entfernter davon liegenden Abscheideflächen. Hinsichtlich des Betriebes mehrerer derartiger Abscheidereaktoren erweist sich die externe Heizung ebenfalls als nachteilig, weil jede Anlage eine eigene Stromversorgung benötigt.

Die Aufgabe der nachfolgend beschriebenen Erfindung war es deshalb, ein Abscheidungsverfahren für hochreines Silicium anzugeben, welches die genannten Nachteile im Stand der Technik vermeidet. Ferner war es die Aufgabe der Erfindung eine Abscheidenvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

BEST AVAILABLE COPY

Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren zum Abscheiden von polykristallinem Silicium auf einem rohrförmigen Trägerkörper durch thermische Zersetzung einer siliciumhaltigen, gasförmigen Verbindung und anschließend Abschmelzen der aufgewachsenen Siliciumschicht, gekennzeichnet dadurch, daß der Trägerkörper durch direkten Stromdurchgang beheizt wird.

Der Wärmezuführung kommt bei dem erfindungsgemäßen Abscheideverfahren eine zentrale Bedeutung zu. Da der Trägerkörper durch direkten Stromdurchgang beheizt wird, hat jeder Flächenausschnitt der Abscheidfläche die gleiche Temperatur, so daß das Silicium pro Flächeneinheit mit gleichen Raten abgeschieden und während der Abschmelzphase abgeschmolzen wird. Der Trägerkörper ist aus reinem Silicium gefertigt, wodurch Kontaminationen des abgeschiedenen Siliciums gänzlich vermieden werden. Ein weiteres, wichtiges Merkmal der Erfindung ist, daß sich das Silicium nur an der Innenfläche des Trägerkörpers niederschlägt. Dies wird durch eine ständige Spülung der Außenfläche des Trägerkörpers mit einem siliciumfreien Spülgas und die in den Bereich der Innenfläche des Trägerkörpers gerichtete Führung des Reaktionsgasstromes erreicht. Schließlich erlaubt das Verfahren eine elektrische Verknüpfung mehrerer Abscheideanlagen in einer Serienschaltung mit einer einzigen, zentralen Stromversorgung.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Die Fig. 1 zeigt den Querschnitt einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Abscheideanlage. Selbstverständlich ist die gezeigte Vorrichtung beispielhaft und schränkt den Erfindungsgedanken in keiner Weise ein. Die Fig. 2 zeigt in einem Blockschaltbild eine bevorzugte, elektrische Zusammenschaltung mehrerer Abscheideanlagen.

Das Kernstück der Anlage bildet gemäß Fig. 1 ein rohrförmiger Trägerkörper 1 aus reinem Silicium mit einer Wandstärke von vorzugsweise 10 bis 30 mm, einer Höhe von 2 bis 4 m und einem Außendurchmesser von 400 bis 1000 mm. Der Trägerkörper ist zwischen der Grundplatte 2 des Reaktors und dem Reaktordeckel 3 elektrisch leitend eingespannt. In direktem Kontakt mit der oberen und unteren Rohrbegrenzung liegen zwei Graphitringe, wobei auf dem oberen Graphitring 4a ein Siliciumdeckel 5 mit zentralen Aussparungen für die Zu- und Ableitung vom Prozeßgas und auf dem unteren Graphitring 4b ein konusförmiger Trichter 6 aus Silicium mit zentraler, kreisförmiger Öffnung gelagert sind. Über einen hydraulisch verstellbaren Faltenbalgkontakt 7 aus Silber, der zwischen dem Reaktordeckel 3 und dem oberen Graphitring 4a montiert ist, wird auf den Trägerkörper während des Betriebes der Abscheideanlage ein konstanter Druck ausgeübt, so daß Brüche des Trägerkörpers infolge von Längen- und Durchmesser-schwankungen verhindert werden. Die seitliche Begrenzung des Reaktors wird von einem Rohrstück 8 gebildet, das mit dem Reaktordeckel 3 und der Grundplatte 2 isoliert verschraubt ist, so daß auch bei einem nicht vollständig auszuschließenden Bruch des Trägerkörpers ein elektrischer Kurzschluß über die Reaktorausßenwände unmöglich ist. Vorteilhafterweise ist das Rohrstück an seiner Innenfläche mit einem Belag aus Silber versehen, um Energieverluste infolge von Wärmeabstrahlung während des Betriebes der Anlage gering zu halten. Durch den Trägerkörper wird der Reaktor in einen äußeren 9 und einen inneren 10 Reaktorraum geteilt. Der zugeführte elektrische Strom wird mit

Hilfe eines die Grundplatte umgebenden Kupferringes 11 gleichmäßig an den Trägerkörper herangeführt und von einem entsprechenden Ring auf dem Reaktordeckel vom Trägerkörper wieder aufgenommen. Die Grundplatte des Reaktors besitzt eine zentrale Öffnung, die während des Abscheidens von Silicium von einer aus Silicium gefertigten Auffangwanne 12 gasdicht verschlossen ist, da der während dieser Prozeßphase herrschende Reaktorinnendruck die Wanne gegen die mit beispielsweise Polytetrafluorethylen abgedichtete Auflagefläche preßt. Die Auffangwanne besitzt einen seitlich aus dem Reaktor führenden und dort auf einem Lager ruhenden, mit Silber beschichteten Arm 13, der zu Beginn der Abschmelzphase ein reibungsfreies Anheben und Zurückziehen der Wanne unter Freilegen der zentralen Öffnung in der Grundplatte erlaubt. Die Außenbegrenzung der Abscheideanlage bildenden Konstruktionsteile wie Grundplatte, Reaktordeckel und Rohrstück sind vorzugsweise aus doppelwandigem Edelstahl ausgeführt und beispielsweise mit Wasser kühlbar. Außerdem sind für die Stromzu- und abführungen sowie für den Boden der Auffangwanne ebenfalls Kühlvorrichtungen vorgesehen.

Weitere Einzelheiten der Abscheidevorrichtung werden im Verlauf der folgenden Beschreibung des Verfahrensablaufes deutlich. Der Prozeß beginnt mit dem Abscheiden von Silicium an der Innenwand des rohrförmigen Trägerkörpers 1. Dieser wird zunächst, da er selbst aus Silicium besteht und bei Raumtemperatur den elektrischen Strom kaum leitet, gezündet, das heißt, aufgeheizt bis sich sein elektrischer Widerstand soweit verringert hat, daß seine Temperatur durch direkten Stromdurchgang gehalten und erhöht werden kann. Zum Zünden wird durch die zentrale Öffnung der Grundplatte eine übliche, in Fig. 1 nicht gezeigte Heizvorrichtung in vertikaler Richtung in den inneren Reaktorraum 10 gehoben. Ab einer Temperatur von ca. 400°C fließt beim Anlegen an eine Spannungsquelle genügend Strom durch den Trägerkörper, um die weitere Wärmezufuhr über den direkten Stromdurchgang zu regeln. Daraufhin wird die hilfsweise eingebrachte Heizquelle entfernt, die Auffangwanne 12 mit Hilfe des drehbar gelagerten Armes 13 über der Öffnung der Grundplatte des Reaktors positioniert und abgesenkt, so daß sie die Öffnung paßgerecht verschließt. Die Stromstärke wird so geregelt, daß der Trägerkörper die Zersetzungstemperatur der Siliciumverbindung erhält.

Die Erfindung unterscheidet einen Reaktionsgasstrom, einen Spülgasstrom und einen Abgasstrom. Das Reaktionsgas gelangt über die Zuführungsleitung 14 gerichtet in den inneren Reaktorraum 10 und verläßt diesen durch die Abgasleitung 15. Der Spülgasstrom aus Wasserstoff, Argon oder Helium gelangt über die Zuleitungen 16 in den äußeren Reaktorraum 9, erreicht über die Kanäle 17 und der Öffnung des Trichters 6 den inneren Reaktorraum 10, und verläßt die Anlage ebenfalls über die Abgasleitung 15. Die wiederverwendbaren Komponenten aus dem Abgas werden vorteilhafterweise abgetrennt und erneut eingesetzt.

Das die siliciumhaltige Verbindung enthaltende Reaktionsgas besteht vorzugsweise aus Silan oder einem Chlorsilanderivat, wobei die thermische Zersetzung letzterer, wie schon erwähnt, üblicherweise die Gegenwart von Wasserstoff als Reduktionsmittel erfordern. Beispielfhaft wird der weitere Verlauf der Abscheidephase mit Trichlorsilan als Siliciumquelle beschrieben. Um möglichst hohe Abscheideraten zu erzielen, wird das Trichlorsilan zweckmäßigerweise in flüssigem Zu-

stand zusammen mit einem Teil des zur Reduktion benötigten Wasserstoffs in den inneren Reaktorraum eingebracht, wo es aufgrund der herrschenden hohen Temperaturen augenblicklich verdampft. Der zur Reaktion noch fehlende Wasserstoff kommt über das Spülgas in den inneren Reaktionsraum.

Während des Eintragens des siliciumhaltigen Reaktionsgases scheidet sich auf der Innenfläche des rohrförmigen Trägerkörpers eine feste Siliciumschicht gleichmäßiger Dicke ab. Das Spülgas wird mit einem leicht über dem im Reaktorinnenraum vorherrschenden Druck von üblicherweise 0,05 bis 0,2 bar zugeführt und verhindert deshalb Siliciumabscheidungen außerhalb des Abscheidebereiches. Der durch den Trägerkörper fließende elektrische Strom wirkt vergleichmäßigend auf die Siliciumabscheidung. Bilden sich infolge lokaler Temperaturschwankungen Dickeunterschiede in der Siliciumschicht aus, bleibt die Temperatur an einer dickeren Stelle infolge eines reduzierten Widerstandes hinter der an einer dünneren Stelle zurück, mit dem Resultat, daß die Aufwachsrate an der dünneren Stelle höher wird und die Dickeunterschiede sich wieder ausgleichen. Um diesen Effekt auszunutzen wird die Siliciumabscheidung in einem Temperaturbereich betrieben, in dem die Abscheiderate mit der Temperatur ansteigt. Bei der Verwendung von Trichlorsilan im Reaktionsgas wird der Trägerkörper während der Abscheidephase des Verfahrens vorteilhaft auf 1050 bis 1200°C erhitzt.

Wenn die aufwachsende Siliciumschicht die angestrebte Dicke erreicht hat, wird das Abscheiden durch ein Sperren der Zufuhr des Reaktionsgases und Absenken des Reaktorinnendruckes beendet. Die Wahl dieses Zeitpunktes ist von vielen Einflußgrößen abhängig und muß durch Versuche optimiert werden. Zu berücksichtigen sind insbesondere die mit der Abscheidezeit abnehmende, für die Abscheidung zur Verfügung stehende Abscheidefläche, das Volumen an flüssigem Silicium, das nach dem Abschmelzen zur Weiterverarbeitung anfällt sowie die maximale Belastbarkeit der Stromversorgung. Beispielsweise ist es günstig gerade soviel Silicium abzuscheiden, wie für eine Kokillen- oder eine Tiegelfüllung benötigt wird, je nachdem ob das Material in Blöcke gegossen oder zu Einkristallen gezogen werden soll. Beim Betrieb der erfindungsgemäßen Anlage erweist sich das Abscheiden einer 5 bis 10 mm dicken Siliciumschicht als besonders vorteilhaft.

Bevor der Stromfluß durch den Trägerkörper zum Abschmelzen des abgeschiedenen Siliciums erhöht wird, werden durch das Spülgas alle Reste vom Reaktionsgas aus dem Reaktor ausgetragen. Außerdem ist es von Vorteil, auch während des Abschmelzens den Spülgasstrom aufrecht zu erhalten. Um das schmelzflüssige Silicium aus dem Reaktor auszuschleusen, wird zunächst die Auffangwanne 12 über den drehbar gelagerten Arm 13 reibungsfrei angehoben und seitlich versetzt, so daß die zentrale Öffnung in der Grundplatte des Reaktors freigelegt wird. Die Auffangwanne besitzt zweckmäßig die Form einer hochwandigen Schale, so daß damit während der Abschmelzphase des vorherigen Prozeßzyklus gebildete Siliciumzapfen kontaminationsfrei vom Rand des Trichters 6 gebrochen und aufgefangen werden können. Zur Entnahme der Zapfen aus der Auffangwanne wird diese regelmäßig seitlich aus dem Reaktor gefahren.

Durch eine Erhöhung des Stromdurchganges durch den mit der Siliciumschicht belegten Trägerkörper wird die Temperatur über den Schmelzpunkt des Siliciums hinaus gesteigert. Das Silicium beginnt daraufhin zu

schmelzen, rinnt die Reaktorinnenwand herab und tropft in die vorgesehene Aufnahmevorrichtung. Ähnlich wie beim Auftauen von Eis wird das Silicium nur oberflächlich schmelzflüssig, während der innenliegende Teil des Trägerkörpers formstabil bleibt. Die rohrförmige Bauweise des Trägerkörpers gewährleistet, daß sich eventuell vorhandene, lokale Temperaturunterschiede auf der Abscheidefläche infolge der radialen Wärmestrahlung rasch ausgleichen, so daß das Silicium mit gleichen Raten abschmilzt. Die Innenflächentemperatur des Trägerkörpers beträgt während der Aufschmelzphase des Verfahrens vorzugsweise 1410 bis 1450°C. Der Wärmeverlust an der Außenfläche des Trägerkörpers ist gleichzeitig infolge der Wärmestrahlung durch die gekühlten Reaktorwände hinreichend groß, um die Außenwand vor einem oberflächlichen Aufschmelzen zu bewahren.

Je nach Maßgabe der weiteren Verwendung des geschmolzenen Siliciums wird eine geeignete, in Fig. 1 nicht gezeigte Aufnahmevorrichtung unter der zentralen Öffnung in der Grundplatte des Reaktors positioniert. Dies kann beispielsweise eine Zuleitung zum Nachchargieren eines Schmelztiegels, ein Schmelztiegel oder eine Kokille sein. Besonders vorteilhaft und im Sinne der Erfindung ist es, daß das Silicium möglichst schmelzflüssig oder zumindest mit einer Temperatur nahe am Schmelzpunkt den Zielort seiner Weiterverarbeitung erreicht. Wenn soviel oder annähernd soviel Material abgeschmolzen worden ist, wie zuvor aufgewachsen war, wird die Abschmelzphase des Verfahrens beendet. Zu diesem Zweck wird der elektrische Stromfluß gedrosselt und die Reaktoröffnung in der Grundplatte mit der Auffangwanne verschlossen. Kurzzeitig nachtropfendes Silicium fällt in die Auffangwanne oder bildet die erwähnten Zapfen aus. Wenn die Innenfläche des Trägerkörpers die vorgesehene Abscheidetemperatur erreicht hat, beginnt mit dem Einspeisen von Reaktionsgas die nächste Abscheidephase. Das Abscheiden und Aufschmelzen von Silicium werden auf diese Weise periodisch wiederholt.

Besonders vorteilhaft ist der simultane Betrieb von mehreren, vorzugsweise 2 bis 20 der erfindungsgemäßen Abscheideanlagen. Es hat sich als besonders günstig erwiesen, die Anlagen in Serie zu schalten und eine gemeinsame Stromversorgung bereitzustellen. Damit lassen sich die beim Schalten der Thyristoren entstehenden Stellerverluste wesentlich geringer halten, als bei Anlagen mit individueller Stromversorgung. In Fig. 2 ist die Schaltung in einem Blockschaltbild dargestellt. Vor der Inbetriebnahme sind der Schalter 18 mit der die erste Abscheideanlage 19 und die Schalter 18' mit denen die weiteren Abscheideanlagen 19' in den Stromkreis eingebunden werden können, geschlossen. Zur Inbetriebnahme der ersten Abscheideanlage wird diese zunächst gezündet und daraufhin durch das Öffnen des Schalters 18 an die regelbare Stromversorgung 20 angeschlossen. Schließlich wird der Stromfluß den für die Siliciumabscheidung erforderlichen Verhältnissen angepaßt. Jede weitere Abscheideanlage wird in analoger Weise gezündet und in den Stromkreis eingegliedert. Durch das Schließen des zur jeweiligen Abscheideanlage gehörenden Schalters 18 oder 18' kann eine ausgefallene Abscheideanlage ohne Einfluß auf das Gesamtsystem jederzeit elektrisch kurzgeschlossen werden.

Zusammengefaßt liegen die besonderen Stärken des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung der vorgestellten Abscheideanlage in dem hohen Automatisierungspotential, in der Flexibilität bei der Auswahl der

gasförmigen Siliciumquelle und dem sicheren Ausschluß einer Produktkontamination durch Anlagenteile. Der Wartungsaufwand zum Betrieb der Anlage ist besonders durch die die Lebensdauer erhöhende hydraulische Halterung des Trägerkörpers gering, wodurch sich die günstige Wirtschaftlichkeit des Verfahrens noch verbessert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Abscheiden von polykristallinem Silicium auf einem rohrförmigen Trägerkörper durch thermische Zersetzung einer siliciumhaltigen, gasförmigen Verbindung und anschließendem Abschmelzen der aufgewachsenen Siliciumschicht, gekennzeichnet dadurch, daß der Trägerkörper durch direkten Stromdurchgang beheizt wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Silicium an der Innenfläche des rohrförmigen Trägerkörpers abgeschieden wird. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der direkte Stromdurchgang durch einen Trägerkörper aus Silicium erfolgt. 20
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum Abschmelzen der aufgewachsenen Siliciumschicht der Stromdurchgang durch den Trägerkörper erhöht wird. 25
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das abgeschmolzene Silicium in einer Aufnahmevorrichtung schmelzflüssig gesammelt wird. 30
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Phasen des Abscheidens und Abschmelzens von Silicium periodisch wiederholen. 35
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromdurchgang durch eine oder mehrere, seriell verschaltete, Abscheideanlagen erfolgt. 40
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als siliciumhaltige Verbindung Silan oder ein Chlorsilanderivat verwendet wird. 45
9. Vorrichtung zum Abscheiden von polykristallinem Silicium auf einem rohrförmigen Trägerkörper durch thermische Zersetzung einer siliciumhaltigen, gasförmigen Verbindung und anschließendem Abschmelzen der aufgewachsenen Siliciumschicht, gekennzeichnet durch einen über direkten Stromdurchgang heizbaren Trägerkörper aus Silicium. 50
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch eine in den Bereich der Innenfläche des Trägerkörpers gerichtete Zuführung der siliciumhaltigen Verbindung. 55
11. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch eine gasdicht und reibungsfrei verschließbare, zentrale Öffnung zum Ausschleusen des schmelzflüssigen Siliciums. 60

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

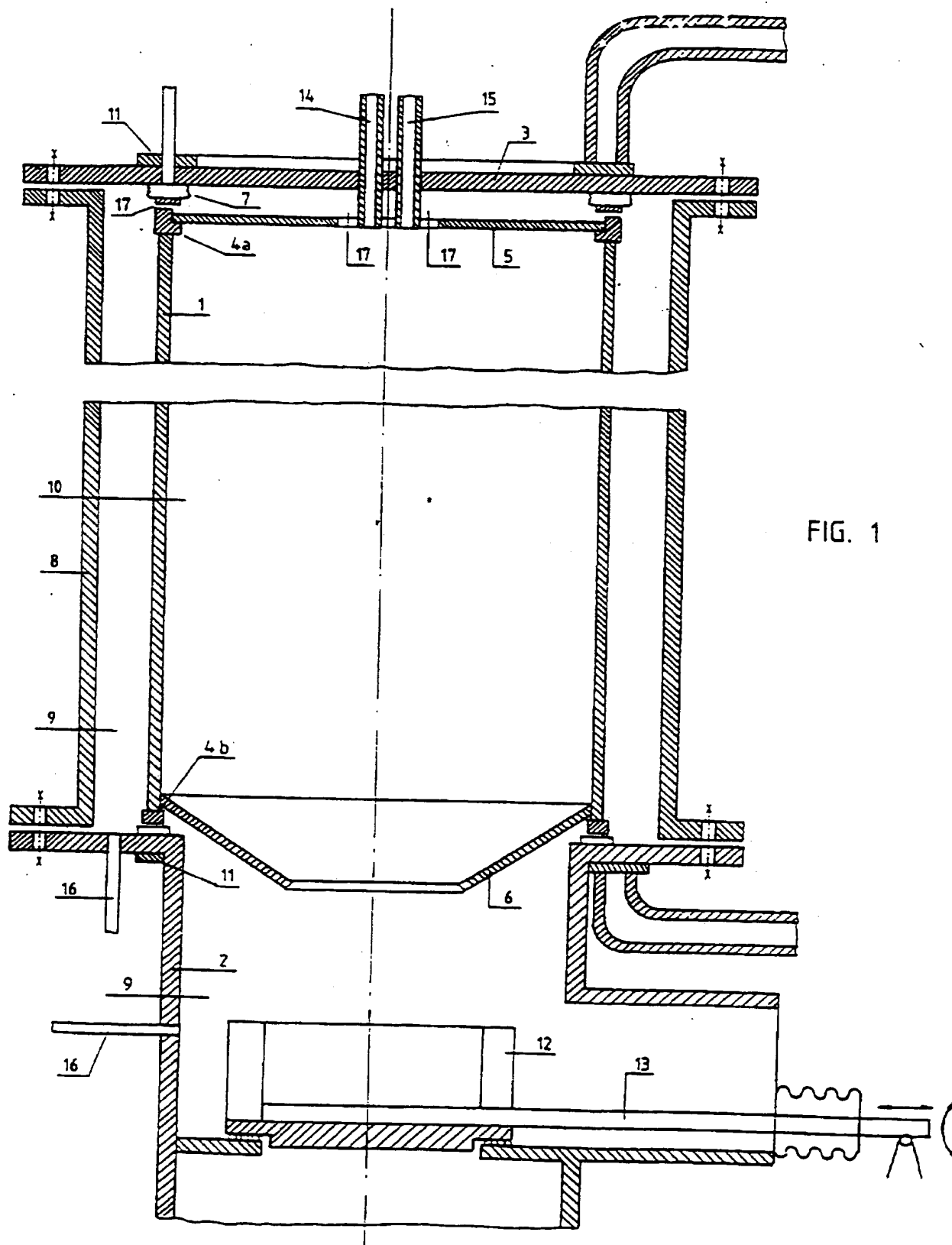


FIG. 1

208 068/239

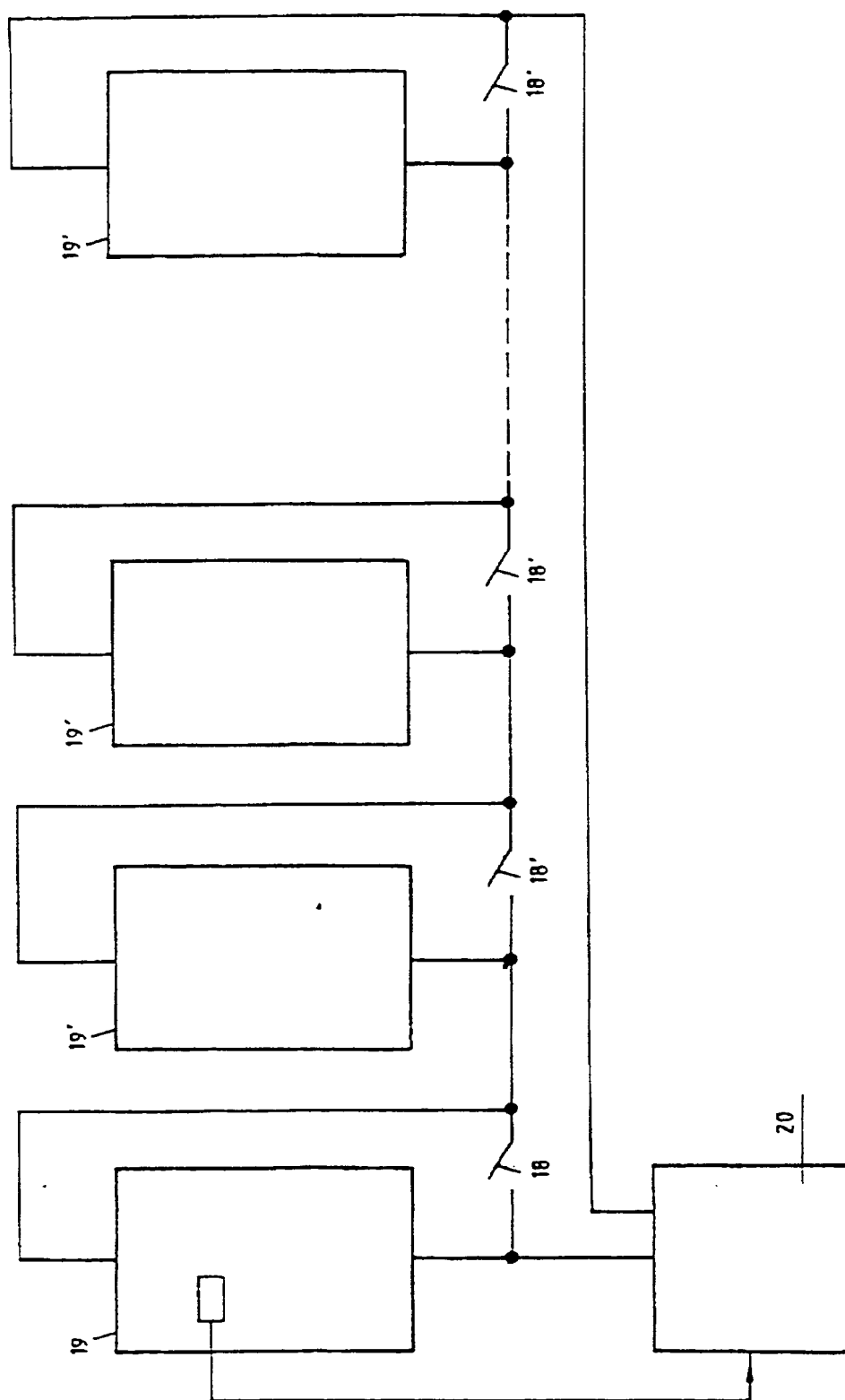


FIG. 2